



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 837 825 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.01.2001 Patentblatt 2001/03**

(51) Int Cl.7: **B65H 23/188**, G05B 13/02,  
**B65H 77/00**  
**// B41F13/00**

(21) Anmeldenummer: **96923823.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE96/01241**

(22) Anmeldetag: **10.07.1996**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 97/02952 (30.01.1997 Gazette 1997/06)**

### (54) VERFAHREN ZUR REGELUNG EINER BAHNSPANNUNG

METHOD OF REGULATING A WEB TENSION

PROCEDE POUR LA REGULATION DE LA TENSION D'UNE BANDE DE PAPIER

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI SE**

(30) Priorität: **11.07.1995 DE 19525170**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.04.1998 Patentblatt 1998/18**

(60) Teilanmeldung: **99101195.8 / 0 919 498**

(73) Patentinhaber: **Koenig & Bauer  
Aktiengesellschaft  
97080 Würzburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **GLÖCKNER, Erhard, Herbert**  
**97246 Eibelstadt (DE)**  
• **SEYFRIED, Rüdiger, Karl**  
**97299 Zell (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| <b>EP-A- 0 460 892</b> | <b>WO-A-86/01155</b>   |
| <b>DE-A- 2 122 416</b> | <b>DE-A- 3 537 014</b> |
| <b>DE-A- 4 328 445</b> | <b>DE-A- 4 439 986</b> |
| <b>GB-A- 2 236 983</b> |                        |

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 15, no. 427 (M-1174), 30.Oktober 1991 & JP 03 180205 A (KAWASAKI STEEL CORP), 6.August 1991,
- **AT AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**, Bd. 39, Nr. 12, Dezember 1991, MÜNCHEN DE, Seiten 433-438, XP000257601 D. ABEL: "Fuzzy Control - eine Einführung ins Unscharfe"
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 14, no. 206 (M-0967), 26.April 1990 & JP 02 043159 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 13.Februar 1990,
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 18, no. 160 (M-1578), 17.März 1995 & JP 05 330710 A (TOKYO KIKAI SEISAKUSHO LTD), 14.Dezember 1993,
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 17, no. 469 (M-1469), 26.August 1993 & JP 05 111998 A (TOKYO KIKAI SAISAKUSHO LTD), 7.Mai 1993,
- **R. VAN DER VLEUTEN ET AL.:** "Clear Applications of Fuzzy Logic - Proceedings" 12.November 1992, IEEE STUDENT BRANCH DELFT, DELFT NL XP000315087 193620 H. HELLENDORF: 'Fuzzy Logic and Fuzzy Control' siehe Seite 57 - Seite 82
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 17, no. 201 (M-1399), 20.April 1993 & JP 04 345459 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO), 1.Dezember 1992,

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 837 825 B1**

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Bahnspannung von Bahnen in einer Rollenrotationsdruckmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Regelung einer Bahnspannung von Bahnen in einer Rollenrotationsdruckmaschine ist ein komplexer Vorgang. An diesem Vorgang sind eine Vielzahl von Variablen, insbesondere von nicht exakt quantifizierbaren Variablen, beteiligt, die unter gegenseitiger Beachtung miteinander verknüpft werden. Diese Verknüpfung obliegt der Aufgabe eines Bedieners und ist von dessen Erfahrungen abhängig.

Nachteilig ist, daß somit die erreichbare Qualität der Regelung der Bahnspannung von den subjektiven Beurteilungen und Erfahrungen des Bedieners abhängig ist und nur schwer zu reproduzieren ist.

[0003] Die WO-A-86/01155 offenbart ein Verfahren zur Regelung der Bahnspannung von Bahnen in einer Rollenrotationsdruckmaschine. Dabei wird ein Wert der Bahnspannung von jeder beteiligten Bahn als Eingangsgröße für die Regelung erfaßt.

[0004] Die JP-A-2 043 159 beschreibt eine Trichtereinlaufwalze mit mehreren Bahnen. Die Bahnspannung dieser Bahnen wird so festgelegt, daß die Bahnspannung der untersten Bahn am höchsten ist.

[0005] Die JP-A-3 180 205 beschreibt eine Regelung einer Bahnspannung mittels Fuzzy-Regelung.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung einer Bahnspannung von Bahnen in einer Rollenrotationsdruckmaschine zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die Bedienung von Rollenrotationsdruckmaschinen vereinfacht wird und keine hochqualifizierten, erfahrenen Bediener notwendig sind. Durch die weitgehend vom Menschen unabhängige Steuerung wird die Gefahr von Bahnrisen minimiert und die Bahnspannung optimiert, was zu höherer Druckqualität und Produktivität führt. Neben exakten Einstellwerten, z. B. minimale und maximale Bahnspannung, können auch vage, z. B. materialbezogene Aussagen, beispielsweise über Papierqualität, Gummituchüberstand, Feuchtwasserführung verarbeitet werden, wodurch das Regelverhalten der Rollenrotationsdruckmaschine genauer modelliert werden kann. Dann ist es möglich Sensoren mit geringerer Auflösung oder mit diskreten Ausgangsbereichen zu verwenden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können große Datenmengen in kurzer Zeit verarbeitet werden. Eine schematische Bahnführung einer Rollenrotationsdruckmaschine ist in der Zeichnung dargestellt und das dazugehörige, erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden näher beschrieben.

[0009] Einem Falzapparat 1 einer Rollenrotations-

druckmaschine werden eine Anzahl, im vorliegenden Beispiel vier, Bahnen 2, 3, 4, 6, z. B. Papier- oder Folienbahnen, zugeführt. Hierbei sind beispielsweise entlang jeder Bahnführung ein Rollenstern 7, eine Pendelwalze 8, ein Einzugswerk 9, eine Druckeinheit 11 und eine der Druckeinheit 11 nachgeschaltete Zugwalze 12 angeordnet, bevor die jeweiligen Bahnen 2, 3, 4, 6 auf einer Trichtereinlaufwalze 13 zusammengeführt werden. Zwischen Pendelwalze 8 und Einzugswerk 9, Einzugswerk 9 und Druckeinheit 11, Druckeinheit 11 und Zugwalze 12 sowie Zugwalze 12 und Trichtereinlaufwalze 13 ist jeweils ein Bahnspannungsmeßsensor 14 angeordnet. Dargestellt und beschrieben ist exemplarisch nur eine Bahn 2, wobei die Ausführungen ebenso für die anderen Bahnführungen gelten.

Mittels der Pendelwalze 8 wird eine Abrollgeschwindigkeit der Bahn 2 von der Rolle, d.h. die Bahnspannung zwischen Rollenstern 7 und Einzugswerk 9 geregelt. Hierzu ist die Pendelwalze 8 schwenkbar gelagert und wird mit einer Kraft, z. B. mittels eines Pneumatikzylinders, die einem vorgegebenen Sollwert der Bahnspannung entspricht, beaufschlagt. Die Lage der Pendelwalze 8 wird über einen Sensor laufend und gleichzeitig oder periodisch ausgewertet. Diese Lage der Pendelwalze 8 stellt ein Maß für den Istwert der Bahnspannung zwischen Rollenstern 7 und Einzugswerk 9 dar. Aufgrund eines Vergleiches des gemessenen Istwertes mit dem vorgegebenen Sollwert der Bahnspannung wird die Abrollgeschwindigkeit der Bahn vom Rollenstern 7 geändert. Bei der Vorgabe des Sollwertes für die Bahnspannung wird die Breite der Bahn 2 berücksichtigt. Das Einzugswerk 9 ist als Zugwalzenpaar ausgebildet, wobei eine Umfangsgeschwindigkeit einer Zugwalze 16 mittels eines FeinEinstellgetriebes oder eines elektrischen Antriebes veränderbar ist und eine Andrückwalze 17 mit einer Kraft beaufschlagt wird, um die Bahn 2 zwischen Andrückwalze 17 und Zugwalze 16 zu klemmen. Dadurch soll ein nahezu schlupf freier Transport der Bahn 2 gewährleistet werden. Die Regelung der Bahnspannung erfolgt über eine Veränderung der Drehzahl der Zugwalze 16, weswegen diese unabhängig von der Breite der Bahn 2 ist.

Die Zugwalze 12 ist adäquat dem Einzugswerk 9 aufgebaut. Somit kann die Umfangsgeschwindigkeit der Zugwalze 12 relativ zur Druckeinheit 11 verändert werden. Wird die Umfangsgeschwindigkeit der Zugwalze 12 erhöht, vergrößert sich die Bahnspannung vor der Zugwalze 12 und verkleinert sich nach der Zugwalze 12. Bei Verringerung der Umfangsgeschwindigkeit der Zugwalze 12 verkleinert sich die Bahnspannung vor der Zugwalze 12 und vergrößert sich nach der Zugwalze 12. Die Veränderung der Bahnspannung vor der Trichtereinlaufwalze 13 erfolgt wie bei der Zugwalze 12 durch Veränderung der Drehzahl der Trichtereinlaufwalze 13.

[0010] Die Regelung der Bahnspannung erfolgt folgendermaßen: Als Eingangsgrößen für die Regelung werden die von den Bahnspannungsmeßsensoren ermittelten Istwerte herangezogen. Zudem werden als

weitere Eingangsgrößen weitere den Maschinenzustand beschreibende Eigenschaften wie Maschinengeschwindigkeit, Maschinenbeschleunigung, Produktionswege (Anzahl der Bahnen), und Rollenwechsel sowie verfahrensbedingte Eigenschaften wie Farbmenge, Farbart, Sujet und Feuchtmittelmenge mittels Detektoren an die Regelung weitergegeben. Wichtig ist, daß zusätzlich über eine Eingabestation bahnspezifische Parameter wie Spannungs/Dehnungskennlinien für verschiedene Feuchtigkeitsgehalte, Penetrationsverhalten und Reißfestigkeit der Bahn 2 vorgegeben werden können. Diese Parameter liegen oft nicht als konkrete Zahlenwerte vor, so daß ein Bediener nur "unscharfe" Aussagen wie beispielsweise "festes Papier mit geringer Feuchtigkeitsaufnahme" machen kann. Alle bzw. ein Teil dieser Eingangsgrößen werden durch linguistische Regeln qualitativ charakterisiert und durch Zugehörigkeitsfunktionen beschrieben. Aus diesen Zugehörigkeitsfunktionen werden dann Wahrheitswerte gebildet. Zur Verarbeitung dieser Wahrheitswerte werden linguistische Regeln ("Fuzzy-Regel") gebildet und miteinander verknüpft. Damit wird die das Reglerverhalten bestimmende Strategie festgelegt. Im vorliegenden Beispiel wird das Regelverhalten wesentlich durch folgende Regelstrategie bestimmt:

Nach Ermitteln aller Wahrheitswerte insbesondere durch die Bahnspannungsmeßsensoren werden Wahrheitswerte der Spannungen der Bahnen 2, 3, 4, 6 miteinander verglichen. Als immer zu erfüllende Regel ("Min/Max-Regel") für die Bahnspannung gilt, daß die Bahnspannung nicht zu gering sein darf (z. B. Bahnspannung nicht kleiner als 8 daN/m), aber auch nicht zu hoch sein darf (z. B. Bahnspannung nicht größer als 50 daN/m). Ist die Bahnspannung zu gering, ist die Gefahr des Verlaufs der Bahn 2 groß und bei zu großer Bahnspannung ist die Gefahr eines Risses der Bahn 2 groß. Nach überprüfen und eventuellen Nachregeln der Spannung der Bahn 2 nach der "Min/Max-Regel" erfolgt eine Überprüfung der Bahnspannungen der jeweiligen Bahn 2, 3, 4, 6 an der Trichtereinlaufwalze. Hier gilt die Regel, daß die unterste Bahn 2 die höchste Bahnspannung und die oberste Bahn 6 die niedrigste Bahnspannung aufweisen soll. Zusätzlich sollen die Bahnspannungen der jeweiligen Bahnen 2, 3, 4, 6 von innen nach außen möglichst gleichmäßig abgestuft eingestellt werden.

Zur Erfüllung dieser Regeln wird zuerst eine Veränderung der Spannung der Bahn 2 mit dem Einzugswerk 9 vorgenommen. Eine Veränderung der Spannung mit dem Einzugswerk 9 bewirkt eine Veränderung der Spannung bis zum Falzapparat 1. Dabei ist die Regel zu beachten, daß die Spannung der Bahn 2 vor der Druckeinheit 11 einen mittleren Wertebereich (z. B. ca. 20 bis 22 daN/m) nicht unterschreiten sollte. Ist die Regelung der Spannung der Bahn 2 unter der Berücksichtigung der "Min/Max-Regel" entlang der gesamten Bahnführung nicht ausreichend, wird mit der Zugwalze 12 verstellt. Mittels solcher Fuzzy-Regeln sind Nachbil-

dungen von menschlichen Handlungsschemen, die von unscharfen Aussagen geprägt sind, möglich.

Zur Generierung der diskreten Stellgrößen zur Beeinflussung der Bahnspannung mittels beispielsweise Rollenstern 7, Einzugswerk 9, Zugwalze 12 und Trichtereinlaufwalze 13 werden die aufgrund der Fuzzy-Regeln gebildeten Zugehörigkeitsfunktionen auf konkrete Zahlenwerte rückgebildet. Diese "Defuzzifizierung" erfolgt beispielsweise mittels einer Schwerpunktmethode.

[0011] Dieser Fuzzy-Regelung können auch Presetdaten aus vorangegangenen Produktionen oder die manuell vorgegeben werden als Startwerte dienen.

Zudem kann der Fuzzy-Regler mit den Lernprinzipien Neuronaler Netzwerke kombiniert werden. Dadurch können die Fuzzy-Regler ihre Fuzzy-Regeln und Zugehörigkeitsfunktionen aus den Eingangsgrößen lernen.

[0012] Die erfindungsgemäße Regelung kann die gesamte Rollenrotationsdruckmaschine umfassen oder auch nur Teilbereiche automatisch regeln. In allen Fällen ist aber eine Umschaltung auf völlige manuelle Steuerung möglich. Dabei werden die mit Fuzzy-Regeln beschriebenen Verfahrensschritte manuell oder mittels einer konventionellen Steuerung ausgeführt.

Teilleiste

[0013]

- |    |                        |
|----|------------------------|
| 1  | Falzapparat            |
| 2  | Bahn                   |
| 3  | Bahn                   |
| 4  | Bahn                   |
| 5  | -                      |
| 6  | Bahn                   |
| 7  | Rollenstern            |
| 8  | Pendelwalze            |
| 9  | Einzugswerk            |
| 10 | -                      |
| 11 | Druckeinheit           |
| 12 | Zugwalze               |
| 13 | Trichtereinlaufwalze   |
| 14 | Bahnspannungsmeßsensor |
| 15 | -                      |
| 16 | Zugwalze (9)           |
| 17 | Andrückwalze (9)       |

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer Bahnspannung von Bahnen (2; 3; 4; 6) in einer Rollenrotationsdruckmaschine, wobei ein Wert einer Bahnspannung von jeder beteiligten Bahn (2; 3; 4; 6) als Eingangsgröße für die Regelung erfaßt und verarbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung der Bahnspannungen nach den Regeln der Fuzzy-Logik erfolgt, wobei

- zusätzlich zur Bahnspannung als Eingangsgröße eine Maschinenbeschleunigung oder Anzahl der Bahnen (2; 3; 4; 6) oder Rollenwechsel oder Spannungs/Dehnungskennlinien oder Penetrationsverhalten oder Reißfestigkeit der Bahn (2; 3; 4; 6) erfaßt und verarbeitet wird, 5
  - diese Eingangsgrößen durch linguistische Regeln, dh. Fuzzy-Regeln, qualitativ charakterisiert und durch Zugehörigkeitsfunktionen beschrieben werden, 10
  - aus diesen Zugehörigkeitsfunktionen Wahrheitswerte gebildet werden,
  - zur Verarbeitung dieser Wahrheitswerte linguistische Regeln dh. Fuzzy-Regeln formuliert und miteinander verknüpft werden, 15
  - zur Generierung von diskreten Stellgrößen zur Beeinflussung der Bahnspannungen die aufgrund der Fuzzy-Regeln gebildeten Zugehörigkeitsfunktionen auf konkrete Zahlenwerte rückgebildet werden. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fuzzy-Regel die jeweilige Bahnspannung aller auf einer Trichtereinlaufwalze (13) liegenden Bahnen (2; 3; 4; 6) festlegt, wobei die Bahnspannung der untersten Bahn (2) am höchsten und die Bahnspannung der obersten Bahn (6) am niedrigsten ist. 25
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fuzzy-Regel die jeweilige Bahnspannung aller auf der Trichtereinlaufwalze (13) liegenden Bahnen (2; 3; 4; 6) derart festlegt, daß die Bahnspannungen der Bahnen (2; 3; 4; 6) von der unteren (2) zur oberen Bahn (6) abgestuft kleiner werden. 30
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fuzzy-Regel festlegt, daß die Regelung der Bahnspannung jeder Bahn (2; 3; 4; 6) zuerst mittels je eines Einzugswerkes (9) vorgenommen wird. 40
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fuzzy-Regel festlegt, daß die Regelung der Bahnspannung mittels einer Zugwalze (12) nach der Druckeinheit (11) erst dann erfolgt, wenn die Regelung mit dem entsprechenden Einzugswerk (9) vor der Druckeinheit (11) innerhalb vorgegebener Grenzbereiche ausgeschöpft ist. 45
- being measured and processed as an input variable for the regulation, characterized in that the web tensions are regulated using the rules of fuzzy logic,
- in addition to the web tension, as input variable a machine acceleration or number of webs (2; 3; 4; 6) or reel change or tension/stretch characteristic curves or penetration behaviour or breaking strength of the web (2; 3; 4; 6) being measured and processed, 5
  - these input variables being characterized qualitatively by linguistic rules, i.e. fuzzy rules, and described by membership functions,
  - truth values being formed from these membership functions,
  - to process these truth values, linguistic rules, i.e. fuzzy rules, being formulated and linked to one another,
  - to generate discrete actuating variables for influencing the web tensions, the membership functions formed on the basis of the fuzzy rules being converted back into concrete numerical values. 10
2. Method according to Claim 1, characterized in that one fuzzy rule defines the respective web tension of all the webs (2; 3; 4; 6) located on a former inlet roll (13), the web tension of the lowest web (2) being the highest and the web tension of the uppermost web (6) being the lowest. 25
3. Method according to Claims 1 and 2, characterized in that one fuzzy rule defines the respective web tension of all the webs (2; 3; 4; 6) located on the former inlet roll (13) in such a way that the web tensions of the webs (2; 3; 4; 6) become smaller in steps from the lower (2) to the upper web (6). 30
4. Method according to Claim 1, characterized in that one fuzzy rule defines that the web tension of each web (2; 3; 4; 6) is initially regulated by means of a pulling mechanism (9) in each case. 40
5. Method according to Claims 1 and 4, characterized in that one fuzzy rule defines that the web tension will be regulated by means of a pull roll (12) downstream of the printing unit (11) only when the regulation with the corresponding pulling mechanism (9) upstream of the printing unit (11) has been exhausted within predefined limiting ranges. 45

#### Claims

1. Method of regulating a web tension of webs (2; 3; 4; 6) in a web-fed rotary printing machine, a value of a web tension for each web involved (2; 3; 4; 6)

#### Revendications

1. Procédé de régulation de tension de bande parmi des bandes (2; 3; 4; 6) dans une machine à imprimer rotative à rouleaux, une valeur de tension de bande de chaque bande (2; 3; 4; 6) concernée étant

appréhendée à titre de grandeur d'entrée pour la régulation et traitée, caractérisé en ce que la régulation des tensions de bande s'effectue selon les règles de la logique floue, où

- 5

  - en plus de la tension de bande, on appréhende et on traite à titre de grandeur d'entrée une accélération machine ou un nombre de bandes (2; 3; 4; 6) ou un changement de rouleau ou des caractéristiques de tension/étirement ou un comportement en pénétration ou une résistance au déchirement de la bande (2; 3; 4; 6),
  - 10
  - ces grandeurs d'entrée sont caractérisées de façon qualitative par des règles linguistiques c'est-à-dire des règles de logique floue, et sont décrites par des fonctions d'appartenance,
  - 15
  - des valeurs de probabilité étant constituées à partir de ces valeurs d'appartenance;
  - des règles linguistiques, c'est-à-dire des règles floues, sont formulées et combinées ensemble pour traiter ces valeurs de probabilité,
  - 20
  - pour générer des grandeurs de réglage discrètes en vue d'influer sur les tensions de bande, les fonctions d'appartenance constituées sur la base des règles floues sont reproduites en donnant des valeurs numériques concrètes.
  - 25
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une règle floue fixe la tension de bande respective de toutes les bandes (2; 3; 4; 6) situées sur un cylindre d'amenée de l'entonnoir de pliage (13), la tension de la bande (2) la plus basse étant la plus élevée et la tension de la bande (6) la plus haute étant la plus faible.
- 30
3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'une règle floue fixe la tension de bande respective de toutes les bandes (2; 3; 4; 6) situées sur le cylindre d'amenée de l'entonnoir de pliage (13), de manière que les tensions des bandes (2; 3; 4; 6) soient diminuées de façon étagée, de la bande inférieure (2) à la bande supérieure (6).
- 35
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une règle floue est fixée de manière que la régulation de la tension pour chaque bande (2; 3; 4; 6) soit effectuée d'abord chaque fois au moyen d'un dispositif d'entraînement (9).
- 45
5. Procédé selon les revendications 1 et 4, caractérisé en ce qu'une règle floue est fixée, de manière que la régulation de la tension de bande soit effectuée ensuite au moyen d'un rouleau de traction (12) placé en aval de l'unité d'impression (11), lorsque la régulation effectuée avec le dispositif d'entraînement (9) correspondant, placé en amont de l'unité d'impression (11), ne suffit plus à remplir son rôle dans des plages limites prédéterminées.
- 50
- 55

